جامعة الموصل

كلية الهندسة

دراسة ومحاكاة توزيع المجال الكهربائي في منظومة معزولة بالغاز متأثرة بالعيوب

احمد دحام عواد زرزور

رسالة ماجستير علوم في الهندسة الكهربائية / الهندسة الكهربائية

بإشراف

الأُستاذ المساعد

الدكتور داود نجم صالح حميد

1445هـ 2024م

الخلاصة

غالبًا ما تستخدم المنظومات المعزولة ذات الجهد العالي (GIS) غاز سادس فلوريد الكبريت كعازل لمنع الانهيار الكهربائي داخل المنظومة. ومع ذلك، يمكن للعيوب مثل الجسيمات المعدنية أو مخلفات التركيب أن تؤثر على العزل فيها، مما يؤدي إلى تغيير أنماط المجال الكهربائي عن الحالة المثالية.

في هذه الرسالة تمت دراسة تأثير العيوب ومحاكاتها باستعمال برنامج كومسل و التي تؤثر على المجال الكهربائي داخل المنظومة المعزولة بالغاز وبيان تأثر المواد العازلة داخل هذه المنظومة. ولبيان سلوك المجال الكهربائي عند مختلف العيوب تم دراسة حالات منها نتوء معدني على سطح المُوصّل الرئيس داخل المنظومة، وجود فجوة هوائية داخل عازل راتنج الإيبوكسي الحامل للموصل المطبق عليه الفولتيه و كذلك وجود جسيم معدني على السطح الخارجي للعازل.

وكانت نتائج المحاكاة في حالة النتوء المعدني ذي الشكل نصف البيضوي على سطح المُوصّل الرئيس أن تؤدي إلى تشويه في توزيع المجال الكهربائي داخل المنظومة. يمكن أن تؤدي إلى زيادات موضعية في شدة المجال الكهربائي حول النتوء بسبب التغيرات في الشكل الهندسي إذ إن زيادة البعد الأفقي (r_L) الرأسي للنتوء بثبات البعد العمودي (r_S) يؤدي إلى زيادة كبيرة في القيمة القصوى للمجال الكهربائي على سطح النتوء من (8.9 ميكا فولت إلى 25.7 ميكا فولت) خلال تغير البعد الأفقي من 0.1 إلى 0.5 سم. مما قد يتسبب في زيادة خطر التفريغ الجزئي الكهربائي وتدهور الخصائص العازلة للغاز. أما زيادة قيمة البعد

العمودي (r_S) بثبات البعد الأفقي (r_L) فتؤدي إلى إنتظامية المجال الكهربائي على سطح النتوء وذلك بسبب زيادة المساحة التى تتركز عليها الشحنات.

وتتضمن هذه الدراسة تأثير حجم الفجواة الهوائية وموقعها داخل العازل الحوضي . كان لتأثير زيادة نصف قطر الفجوة من (0.5 إلى 1ملم) تناسباً طردياً مع قيمة المجال الكهربائي وكذلك عدم انتظاميته عن الحالة الطبيعية في حالة عدم وجود الفجوات داخل هذا العازل. في حالة حدوث الانهيار للهواء داخل الفجوة الهوائية نتيجة التفريغ الكهربائي الجزئي وبذلك تتراكم الشحنات داخل الفجوة على السطح الداخلي للفجوة إذ يصل تأثيرها إلى الضعف من قيمة المجال الطبيعية (في حالة وجود فجوة) و 1.5 مرة من حالة عدم حدوث تراكم للشحنات على السطح الداخلي للفجوة. أما في حالة وجود جسيم معدني على السطح الخارجي لعازل الايبوكسي فإن تأثير هذا الجسيم على المجال الكهربائي يكون بسيطاً وبالتالي يكون التفريغ الجزئي الناتج منه طفيفاً.

University of Mosul

College of Engineering

Study and simulation of electric field distribution in a gas insulated system (GIS) affected by defects

Ahmed Daham Awad Zarzoor

M.Sc Thesis

In Electrical Engineering

/ Electrical Engineering

Supervised By

Assist. Prof.

Dr. Dawood Najem Saleh

2024 A.C **1445A.H**

Abstract

High voltage insulated systems (GIS) often use sulfur hexafluoride gas as an insulator to prevent electrical breakdown within the system. However, defects such as particle contaminants or installation residues can affect their insulation, causing the electric field patterns to change from the ideal state.

In this thesis, the defects that affect the electric field inside the gas-insulated system were studied and simulated using the COMSOL multiphysisc program, and the effect of the insulating materials inside this system was demonstrated. To demonstrate the behavior of the electric field under various defects, cases were studied, including a metal protrusion on the surface of the main conductor inside the system, the presence of an void inside the epoxy resin insulator carrying the main conductor, as well as the presence of a metal particle on the outer surface of the insulator.

The simulation results, in the case of a semi-oval-shaped metal protrusion on the surface of the main conductor, led to a distortion in the distribution of the electric field within the system. It can lead to local increases in the intensity of the electric field around the protrusion due to changes in the geometric shape, as increasing the horizontal (r_L) vertical dimension of the protrusion by keeping the vertical dimension (r_s) constant leads to a significant increase in the maximum value of the electric field on the surface of the protrusion from (8.9 MV) to (25.7 MV) during a change in the horizontal dimension from (0.1 to 0.5) cm. Which may cause an increased risk of electrical partial discharge and deterioration of the insulating properties of the gas. Increasing the value of the vertical dimension (r_s) by keeping the horizontal dimension (r_L)

constant leads to a regularity of the electric field on the surface of the protrusion due to the increase in the area on which the charges are concentrated.

This study includes the effect of the size and location of the air gap inside the insulator. The effect of increasing the radius of the gap from (0.5 to 1 mm) was directly proportional to the value of the electric field, as well as its irregularity from the normal state in the absence of gaps inside this insulator. In the event that air collapse occurs inside the void as a result of partial electrical discharge, thus charges accumulate inside the void on the inner surface of the void, where their effect reaches twice the value of the natural field (in the case of a void) and 1.5 times that of the case where no accumulation of charges occurs on the inner surface of the void. However, if there is a metal particle on the surface of the insulator, the effect of this particle on the electric field is slight, and thus the partial discharge resulting from it is slight.